

## MICROCOMPONENT SHEET ARCHITECTURE

Publication number: DE69511875 (T2)

Publication date: 2000-03-30

Inventor(s): WEGENG ROBERT [US]; DROST M [US]; MC DONALD CAROLYN [US] +

Applicant(s): BATTELLE MEMORIAL INST RICHLAN [US] +

Classification:

- International: B81B7/00; B01B1/00; B01F5/06; B01F13/00; B01J12/00; F01K13/00; F02C7/08; F25B9/00; F28D1/03; F28D9/00; F28D15/02; F28F1/00; F28F3/08; H01L23/473; H05K7/20; B81B7/00; B01B1/00; B01F5/06; B01F13/00; B01J12/00; F01K13/00; F02C7/08; F25B9/00; F28D1/02; F28D9/00; F28D15/02; F28F1/00; F28F3/08; H01L23/34; H05K7/20; (IPC1-7): F28D1/03  
- European: H01L23/427; B01B1/006; B01F5/06B2B; B01F13/00M; B01J12/00P; F01K13/00; F02C7/08; F25B9/00; F28D9/00; H05K7/20D5

Application number: DE19956011875T 19950623

Priority number(s): US19940282663 19940729; WO1995US08011 19950623

Also published as:

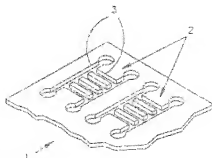
WO9604516 (A1)  
US5611214 (A)  
JP20010019547 (A)  
JP2008101908 (A)  
JP2004257726 (A)

more >>

Abstract not available for DE 69511875 (T2)

Abstract of corresponding document: WO 9604516 (A1)

The invention is a microcomponent sheet architecture wherein macroscale unit processes are performed by microscale components. The sheet architecture may be a single laminate (1) with a plurality of separate microcomponent (2) sections or the sheet architecture may be a plurality of laminates with one or more microcomponent sections on each laminate. Each microcomponent or plurality of like microcomponents perform at least one unit operation. A first laminate having a plurality of like first microcomponents is combined with at least a second laminate having a plurality of like second microcomponents thereby combining at least two unit operations to achieve a system operation.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

- |      |   |                |
|------|---|----------------|
| (21) | Deutsches Aktenzeichen:                               | 695 11 875.7   |
| (55) | PCT-Aktenzeichen:                                     | PCT/US95/08011 |
| (56) | Europäisches Aktenzeichen:                            | 95 925 311.3   |
| (67) | PCT-Veröffentlichungs-Nr.:                            | WO 96/04516    |
| (68) | PCT-Anmeldetag:                                       | 23. 6. 1995    |
| (69) | Veröffentlichungstag<br>der PCT-Anmeldung:            | 15. 2. 1996    |
| (67) | Erstveröffentlichung durch das EPA:                   | 14. 5. 1997    |
| (67) | Veröffentlichungstag<br>der Patenterteilung beim EPA: | 1. 9. 1999     |
| (41) | Veröffentlichungstag im Patentblatt:                  | 30. 3. 2000    |

- (30) Unionspriorität:  
282663 29. 07. 1994 US
- (73) Patentinhaber:  
Battelle Memorial Institute, Richland, Wash., US
- (74) Vertreter:  
Müller-Bore & Partner, Patentanwälte, European  
Patent Attorneys, 81671 München
- (84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC,  
NL, PT, SE

- (72) Erfinder:  
WEGENG, Robert, S., Richland, WA 99352, US;  
DROST, M., Kevin, Richland, WA 99352, US; Mc  
DONALD, Carolyn, Evans, Richland, WA 99352, US

(54) MIKROKOMponentenplattenARCHITEKTUR

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Amtl. Aktenzeichen: 95 925 311.3-2301  
Anmelder: Battelle Memorial Institute  
"Mikrokomponentenplattenarchitektur"  
Unser Zeichen: EU 2968 - ru / bt

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Durchführung einer Wärmeübertragung bzw. eines Wärmeübergangs und/oder einer Kraft- bzw. Leistungsumwandlung oder von chemischen Umwandlungen und Trennungen. Spezifischer betrifft die Erfindung eine Mikrokomponentenplattenarchitektur, in der eine Produktion in großem Maßstab mit einer Vielzahl von Elementen im Mikromaßstab, die parallel arbeiten, erreicht wird.

### Hintergrund der Erfindung

Um kontinuierlich physikalische Standards des Lebens für eine größere Anzahl von Menschen zu verbessern, ist es erforderlich, mehr Ergebnisse mit geringeren Ressourcen zu erzielen. Von der industriellen Revolution bis heute haben große wirtschaftliche Anlagen bzw. Einheiten in sehr großen Komponenten und Systemen von Kapitalausstattung und zentral arbeitenden Werken bzw. Anlagen resultiert. Zentral arbeitende Werke bzw. Anlagen haben den weiteren Nachteil, daß sie Verteilungssysteme erfordern, welche ihre eigenen Kapitalaufwendungen und Effizienzverluste aufweisen. Trotzdem haben historisch gesehen zentrale Systeme Kostenvorteile gebracht, welche ihre Verwendung unterstützten. Kleinere, verteilte Komponenten und Systeme werden hergestellt, welche jedoch höhere Einheitskosten aufweisen und in Anwendungen verwendet werden, wo die wesentlichen Kapitalkosten einer größeren und effizienteren Komponente oder eines Systems nicht gerechtfertigt sind. Daher besteht ein Erfordernis für Komponenten und Systeme, welche in der Größe geeignet für die gewünschte Kapazität hergestellt werden können und welche das Erfordernis eines Verteilungssystems vermeiden können und dennoch die Effizienz von Komponenten und Systemen größeren Maßstabs erreichen können.

Komponenten, welche eine hohe Effizienz bei geringem Maßstab bzw. geringer Größe zeigen, umfassen Mikrokanalwärmetauscher, welche verwendet werden, um Wärme von elektronischen Komponenten zu entfernen bzw. abzuleiten.

5 Das Patent Nr. 5,115,858, 26. Mai 1992, MICRO-CHANNEL WAFER COOLING CHUCK, Fitch et al., diskutiert eine 3M Mikrokanal-Anlage, die zum Kühlen eines Wafers durch Durchleiten einer Kühlflüssigkeit durch abwechselnde bzw. wechselweise Kanäle verwendet wird. Ein Fluid mit hoher Wärmeübertragung bzw. hohem Wärmeübergang wird durch die verbleibenden Kanäle geleitet, um die Hitze abzuleiten.

10 Das Patent Nr. 4,998,580, 12. März 1991, CONDENSER WITH SMALL HYDRAULIC DIAMETER FLOW PATH, Guntly et al., zeigt einen Kondensator bzw. Verflüssiger zur Verwendung in einer Luftklimaanlagen- oder -Kühlsystemen. Die Konstruktion des Kondensators besteht aus geripptem Metall und flachen Streifen.

15 Das Patent Nr. 5,016,707, 21. Mai 1991, MULTI-PASS CROSSFLOW JET IMPINGEMENT HEAT EXCHANGER, Nguen, beschreibt einen Querstrom- bzw. Gegenstromwärmetauscher und eine Konstruktion desselben, indem Platten mit zahlreichen Kernen und Abstandhalterplatten gestapelt werden.

20 Das Patent Nr. 5,296,775, 22. März 1994, COOLING MICROFAN ARRANGEMENTS AND PROCESS, Cronin et al., diskutiert einen mikroelektronischen Ventilator in Kombination mit Rippen oder Leitflächen, z.B. offenen Kanälen.

Die Technik, die in den obengenannten Patenten gezeigt ist, lehrt das Design von spezifischen Wärmetauschereinrichtungen, welche eine aufwendige Herstellung von individuellen Stücken der Wärmetauscherausrüstung erfordert. Eine Verwendung dieser Ausrüstung für Vorgänge bzw. Einsätze in mittlerem oder großem Maßstab würde die Herstellung einer Vielzahl von Wärmetauschern erfordern, wobei die Kosten linear mit der Anzahl der Wärmetauscher ansteigen.

25 Darüberhinaus wird die Herstellung eines Systems als kompliziert und in einem Mikromaßstab als teuer betrachtet. Obwohl es gegenwärtig möglich ist, Motoren im Mikromaßstab herzustellen, kombiniert beispielsweise der herkömmliche Wissensstand Mikromaßstab-Komponenten in Serie mit dem Ergebnis, daß zur Erreichung eines Makromaßstab-Ergebnisses enorme Anstrengung und

30

Kosten einer Herstellung von Millionen von winzigen Systemen erfordern würde.

Es besteht daher ein Erfordernis für einen Wärmetauscher ebenso wie für andere Systemkomponenten und eine Herstellungstechnik, welche eine Herstellung einer notwendigen Anzahl von Wärmetauschern und anderen Komponenten für eine Anwendung ermöglicht, worin die Einheitskosten pro Komponenten ausreichend niedrig sind, daß eine Ausdehnung auf viele Komponenten mit deutlich geringeren Kosten erreicht wird, und worin eine Kombination von Komponenten zur Ausbildung von Systemen für Makromaßstabsergebnisse ebenfalls mit geringen Kosten erreicht wird.

Die US-A 4,516,632 offenbart einen Mikrokomponenten-Wärmetauscher, umfassend eine Mehrzahl von gestapelten Laminaten, die in alternierenden Gegenstrom-Paaren angeordnet sind, in welchen ein erstes Fluid, welches durch ein Laminat fließt, Wärme mit einem zweiten Fluid tauscht, welches durch ein benachbartes Laminat fließt.

Die US-A 5,099,311 offenbart ein Mikrokomponentenlaminat, welches fähig ist, Wärme von einer Einheit zu erhalten, wenn Fluid durch Flußwege in dem Laminat fließt.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine thermische Anordnung einer Mikrokomponentenplattenarchitektur zur Verfügung gestellt, umfassend: (a) ein erstes Laminat mit wenigstens einer Mikrokomponente, die zur Abweisung von Wärme bzw. Hitze adaptiert ist und operativ mit (b) einem zweiten Laminat kombiniert ist, welches wenigstens eine Mikrokomponente aufweist, die zur Aufnahme von Wärme bzw. Hitze adaptiert ist, worin die ersten und zweiten Lamine an entgegengesetzten Seiten eines thermisch isolierenden Laminats festgelegt sind. Die oder jede der Mikrokomponenten kann eine Vielzahl von Stegen bzw. Erhebungen und Durchflußwegen umfassen. Das erste Laminat kann ein Kondensator bzw. Verflüssiger sein und das zweite Laminat kann ein Verdampfer sein. Diese Mikrokomponenten können adaptiert sein, um je nach Erfordernis durch Vorsehen eines fließenden Fluids in den Durchflußwegen Wärme abzuweisen oder aufzunehmen. Das Fluid ist kondensierbar und kann in dem ersten Laminat kondensieren und in dem zweiten Laminat verdampfen.

Die Anordnung kann weiters umfassen: (a) einen Kompressor bzw. Verdichter, der zwischen dem zweiten Laminat und dem ersten Laminat wirkt; und (b) ein Expansionsventil bzw. Reglerventil, welches zwischen dem ersten Laminat und dem zweiten Laminat wirkt, worin das Expansionsventil bzw. Reglerventil dem Verdichter gegenüberliegend angeordnet ist, wodurch die Anordnung als eine Wärmepumpe einsetzbar ist. Dieser Kompressor kann ein Kompressor im Makromaßstab bzw. Großmaßstab sein. Das Expansionsventil kann ein Expansionsventil großer Abmessung sein.

Alternativ kann die Anordnung weiters umfassen: (a) eine Pumpe oder einen Kompressor bzw. Verdichter, welcher zwischen dem ersten Laminat und dem zweiten Laminat wirkt; und (b) eine Leistungs-Entnahme- bzw. -Abnahmevorrichtung, welche der Pumpe oder dem Kompressor bzw. Verdichter gegenüberliegend angeordnet ist und zwischen dem zweiten Laminat und dem ersten Laminat wirkt, wodurch die Anordnung als eine Wärmekraftmaschine einsetzbar ist. Der Kompressor oder die Pumpe bzw. der Verdichter kann eine Verdichterpumpe großer Abmessung bzw. im Makromaßstab sein. Die Leistungs-entnahme- bzw. -abnahmevorrichtung kann eine Leistungsentnahme- bzw. -abnahmevorrichtung großer Abmessung bzw. großen Maßstabs sein.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Mikrokomponentenplattenarchitektur-Laminat zur Verfügung gestellt, umfassend:

(a) einen ersten Abschnitt bzw. Bereich, welcher mit einer ersten Mehrzahl von Mikrokomponenten versehen ist, welche jeweils eine Mehrzahl von Stegen bzw. Erhebungen und Durchflußwegen aufweisen, die zum Abweisen von Hitze bzw. Wärme oder Aufnehmen von Hitze bzw. Wärme durch ein Fluid, welches durch die Durchflußwege fließt, adaptiert sind, welcher erste Abschnitt bzw. Bereich operativ kombiniert ist mit

(b) einem zweiten Abschnitt bzw. Bereich, der mit einer Mehrzahl von aktiven Mikrokomponenten versehen ist, die zum Bewirken eines Strömens des Fluids durch die Durchflußwege adaptiert sind, wodurch Hitze aufgenommen bzw. abgewiesen und das Arbeitsergebnis bzw. die Leistung abgezogen bzw. entnommen oder das Fluid komprimiert wird.

Dieser erste Abschnitt kann adaptiert sein, um Hitze bzw. Wärme aufzunehmen, und dieser zweite Abschnitt kann adaptiert sein, um sowohl das Ar-

beitsergebnis aus dem Fluid abziehen als auch Hitze aufzunehmen.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine thermische Anordnung einer Mikrokomponentenplattenarchitektur zur Verfügung gestellt, umfassend ein erstes, wie oben beschriebenes Laminat, welches operativ mit einem zweiten, wie oben beschriebenen Laminat kombiniert ist, worin der erste Abschnitt des ersten Laminats adaptiert ist, um Hitze aufzunehmen, und der zweite Abschnitt desselben adaptiert ist, um sowohl das Arbeitsergebnis aus dem Fluid abziehen als auch Hitze aufzunehmen, und worin ein erster Abschnitt bzw. Bereich des zweiten Laminats adaptiert ist, um Hitze abzuweisen, und ein zweiter Abschnitt des zweiten Laminats adaptiert ist, um sowohl das Fluid zu komprimieren als auch Hitze abzuweisen, wodurch die Anordnung sich einer idealen Brayton-Cycle-Maschine annähert.

Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung wird in dem abschließenden Bereich dieser Beschreibung besonders aufgezeigt und in unterscheidender Weise beansprucht. Sowohl die Organisation als auch die Arbeitsweise gemeinsam mit weiteren Vorteilen und Zielen derselben können jedoch am besten unter Bezugnahme auf die folgende Beschreibung, welche im Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen steht, worin sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche Elemente beziehen, verstanden werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Explosionsdarstellung eines Bereichs eines Mikromaßstabkomponenten-Laminats mit seitlich geschlossenen Stegen;

Fig. 1a ist eine Explosionsdarstellung eines Bereichs eines Mikromaßstabkomponenten-Laminats mit seitlich offenen Stegen;

Fig. 2a ist eine Explosionsdarstellung eines Bereichs eines Mikromaßstabkomponenten-Laminats mit Verbindungen an Verteiler- bzw. Sockelenden;

Fig. 2b ist eine Explosionsdarstellung eines Bereichs eines Mikromaßstabkomponenten-Laminats mit Verbindungen entlang der Verteiler- bzw. Kopflänge;

Fig. 3a ist eine Wärmepumpe, die aus Laminaten im Mikromaßstab gefertigt ist;

Fig. 3b ist eine Wärmepumpe, die aus einer Kombination von Laminaten im Mikromaßstab und Makromaßstab-Komponenten gefertigt ist;

Fig. 4 ist eine Explosionsdarstellung einer Testanordnung;

Fig. 5a ist eine umgekehrte Brayton-Cycle-Wärmepumpe, die aus einer Kombination von Komponenten im Mikro- und Makromaßstab gefertigt ist;

5 Fig. 5b ist eine Reverse-Brayton-Cycle-Wärmepumpe, die aus Mikromaßstabs-Komponenten gefertigt ist;

Fig. 6a ist eine Rankine-Cycle-WärmeKraftmaschine, die aus Komponenten im Mikromaßstab hergestellt ist;

Fig. 6b ist eine Rankine-Cycle-WärmeKraftmaschine, die aus einer Kombination von Komponenten im Mikro- und Makromaßstab hergestellt ist;

10 Fig. 7a ist eine Brayton-Cycle-WärmeKraftmaschine, die aus Komponenten im Mikromaßstab hergestellt ist;

Fig. 7b ist eine Brayton-Cycle-WärmeKraftmaschine, die aus einer Kombination von Mikro- und Makromaßstabs-Komponenten gefertigt ist;

15 Fig. 7c ist eine Ericsson-Cycle-WärmeKraftmaschine, die aus Mikrokomponenten hergestellt ist.

### Beschreibung der bevorzugten Ausbildung(en)

20 Die Erfindung ist eine Mikrokomponentenplatten- bzw. -blatt- oder -laminaarchitektur aus individuellen Laminaten, worin die fundamentale Struktur ein Laminat oder ein Laminatbereich ist, welcher einige zehn bis Millionen von Mikrokomponenten aufweist, vorzugsweise einige Hunderte bis Millionen, wodurch einem Laminat ermöglicht wird, eine im Makromaßstab arbeitende Einheit zur Verfügung zu stellen, beispielsweise einen Verflüssiger bzw. Kühler, welcher eine Kapazität in dem Bereich von  $\text{kW}_{\text{th}}$  aufweist, und wobei die Lamine verbunden sind, wodurch das Betreiben von Einheiten kombiniert wird, um eine

25 Anordnung oder ein System, beispielsweise eine Wärmepumpe, zu bilden.

### Grundsätzliche Struktur

30 Fig. 1 zeigt die grundsätzliche Struktur eines Laminats. Auf einem Materialblatt oder Laminat 1 ist eine Mehrzahl von Mikrokomponenten 2 auf dem Materialblatt 1 eingebettet bzw. eingetieft. Die Materialblätter bzw. -platten 1 können aus jedem beliebigen, festen Material sein, wobei sie jedoch vorzugsweise aus Metall, Keramik oder einem halbleitenden Material bestehen. Ein





Materialblatt 1, welches mit Mikrokomponenten 2 versehen bzw. eingelassen ist, ist ein Laminat. Ein Laminat ist auch ein Materialblatt bzw. eine -platte 1, welche keine Mikrokomponenten aufweist oder Leitungen durch das Materialblatt 1 aufweist, wobei die Dicke als ein Abstandhalter oder Isolator dient.

Die Mikrokomponenten 2 können Kondensatoren, Verdampfer oder Wärmetauscher ohne Phasenübergang, Kompressoren, Expansionsventile oder Motoren sein. Es soll verstanden werden, daß, obwohl die Zeichnungen und die Diskussion derselben auf spezifische Ausbildungen begrenzt sind, hier praktisch keine Grenze für die Typen und die Anzahl von Mikrokomponenten und Kombinationen derselben, welche auf einem Laminat oder einem Materialblatt 1 umfaßt sein können, besteht.

Obwohl Fig. 1 Mikrokomponenten 2 auf einer Seite des Materialblatts 1 zeigt, können Mikrokomponenten auf beiden Seiten des Materialblatts 1 eingebettet sein. Das Einbetten auf beiden Seiten kann insbesondere vorteilhaft für Wärmetauscher mit zwei Fluiden sein, beispielsweise eine Speisewasservorheizung mit kondensiertem Turbinenabgas.

Die Dichte der Mikrokomponenten 2 auf einem Materialblatt kann von einer Mikrokomponente pro  $\text{cm}^2$  bis etwa  $10^{10}$  Mikrokomponenten pro  $\text{cm}^2$  liegen. In diesen Dichtebereichen liegt ein Bereich von Einheitslängen oder Einheitsdurchmessern der Mikrokomponenten 2 zwischen etwa  $1 \mu\text{m}$  und etwa  $1 \text{ cm}$ . Die Breite  $W$  der Vertiefungen bzw. Nuten oder Mikrokanäle 3 kann im Bereich von etwa  $1 \mu\text{m}$  bis etwa  $1 \text{ mm}$  liegen und liegt vorzugsweise zwischen etwa  $10 \mu\text{m}$  bis etwa  $250 \mu\text{m}$ .

Die Mikrokanäle oder Durchflußwege können seitlich geschlossen sein, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist, oder seitlich offen, wie dies in Fig. 1a gezeigt ist.

In Fig. 2a und 2b sind die Mikrokomponenten 2 Rillen- bzw. Nutensets 4, die aus einem Paar von Kopfstücken bzw. Verteilern 5 und Seitengängen bzw. Durchflußwegen 6 gefertigt sind. Die Seitengänge 6 sind die Nuten bzw. Rillen, die den Fluß zwischen Kopfstück- bzw. Verteilerpaaren 5 ermöglichen. Die Seitengänge 6 sind im wesentlichen senkrecht auf die Kopfstücke bzw. Verteiler 5 gezeigt, wobei es jedoch für einen Fachmann in der Technik der Mikrokomponenten offensichtlich sein wird, daß ein Seitengang 6 auch einen anderen Winkel als  $90^\circ$  mit einem Kopfstück bzw. Verteiler 5 einschließen kann. Die

Verteiler 5 können mit Verbindungen 8, welche vergrößerte Bereiche der Verteiler 5 sind, für das Aufnehmen und Abgeben von Fluid versehen sein. Die Verbindungen 8 sind fakultativ, da der Fluidtransfer von und zu den Kopfstücken bzw. Verteilern 5 innerhalb der Breite W der Kopfstücke 5 durchgeführt werden kann. Die Seitengänge 6 können dieselbe Breite wie die Kopfstücke bzw. Verteiler 5 haben oder sie können eine unterschiedliche Breite, entweder schmaler oder breiter, aufweisen. Es ist bevorzugt, daß die Seitengänge 6 geringere Breiten als die Verteiler 5 aufweisen.

Die Eintiefung von Mikrokomponenten 2 oder Rillensets 4 kann durch ein Mikrokanalbildungsverfahren durchgeführt werden, wobei sie jedoch bevorzugt mit einer Mikrobearbeitungs- oder -fotolithografie durchgeführt ist. Ein fotolithografisches Verfahren ist am meisten bevorzugt, da die Kosten zur Ausbildung von Rillen- bzw. Vertiefungssets 4 im wesentlichen unabhängig von der Anzahl der Vertiefungssets 4 ist. Ein Mikrokanalbildungsverfahren ätzt im allgemeinen eine Oberfläche, sodaß die resultierenden Kanäle auf der geätzten Seite nicht begrenzt sind. Die Kanäle werden durch Festlegen eines zweiten Laminats auf der geätzten Oberfläche geschlossen. Die Mehrzahl von Festmaterialstegen bzw. -erhebungen 10, welche die Seitengänge 6 begrenzen, funktionieren als Wärmeübertragungsrippen, welche den beobachteten, hohen Wärme- fluß unterstützen. Jeder Steg bzw. jede Erhebung 10 kann seitlich geschlossen sein, wie dies in Fig. 2a gezeigt ist, oder seitlich offen, wie dies in Fig. 1a gezeigt ist, um eine Querstromwechselwirkung zu ermöglichen. Die Stege 10 können einen beliebigen Querschnitt aufweisen, umfassend jedoch nicht begrenzt auf rechteckige, rhomboide und ellipsoide Querschnitte. Seitlich offene Stege erhöhen die Flußbereiche bzw. -flächen, wodurch die Möglichkeit eines Verklumpens reduziert wird und die Reduktion des Effekts einer Verstopfung reduziert wird, falls sie auftreten sollte. In Mikrokomponenten mit seitlich offenen Stegen ist die Definition eines Seitengangs weniger genau, insbesondere wenn die Stege gegeneinander versetzt oder beliebig beabstandet sind. Trotzdem sind die Hohlräume zwischen den offenen Stegen Durchflußwege.

Obwohl die Mikrokomponenten 2 ohne eine obere Abdeckung gezeigt sind, ist es bevorzugt, daß die Oberseite mit einer Abdeckung geschlossen ist, um den Fluß des Fluids zu zwingen, innerhalb der Durchflußwege und in engem

Kontakt mit den Stegen 10 zu verbleiben. Die Abdeckung kann ein ebenes Laminat sein, welches keine Mikrokomponenten aufweist, beispielsweise ein isolierendes Laminat, oder es kann ein anderes Mikrokomponenten-Laminat sein.

## 5 Systeme

Eine einzelne Mikrokomponente oder ein Set von derartigen Mikrokomponenten ist fähig, wenigstens eine Einheitsoperation bzw. einen Einheitsvorgang auszuführen. Eine Einheitsoperation ist als eine Operation bzw. ein Vorgang definiert, welche(r) den Status eines Arbeitsfluids ändert, umfassend, jedoch nicht beschränkt auf Kondensation, Verdampfung, Kompression, Pumpen, Wärmetausch oder Expansion. Eine Sammlung bzw. Anhäufung von Einheitsoperationen ist ein System. Ein Beispiel einer einzelnen Mikrokomponente, die mehr als eine Einheitsoperation ausführt, ist ein Mikrokompressor in einem thermisch leitfähigen Material, welcher sowohl eine Kompression als auch gleichzeitig einen Wärmeübergang bzw. eine Wärmeleitung durchführt. Selbstverständlich leiten Makroverdichter Wärme als ein Ergebnis des Komprimierens eines Gases, jedoch ist diese Wärme gering im Vergleich zu der Prozeßwärme, beispielsweise Wärme, die von einem abgekühlten Raum abgezogen wurde. Der eindeutige Vorteil einer Mikrokomponente ist, daß die gleichzeitig mit der Kompression übertragene Wärme tatsächlich Prozeß- bzw. Arbeitswärme ist, wodurch hier eine im wesentlichen konstante Temperaturkompression (Annäherung an eine ideale isotherme Kompression) zur Verfügung gestellt wird, welche in der effizientesten Energieübertragung/Umwandlung resultiert.

Im allgemeinen weist ein System ein erstes Laminat auf, welches eine erste Vielzahl von Mikrokomponenten aufweist, zur Durchführung von wenigstens einer Einheitsoperation, festgelegt an ein zweites Laminat, welches eine zweite Vielzahl von Mikrokomponenten aufweist, zur Durchführung von wenigstens einer zusätzlichen Einheitsoperation; wobei die Einheitsoperation mit der zusätzlichen Einheitsoperation kombiniert ist und eine Systemoperation bzw. eine Systemvorgang bildet.

Alternativ können anstelle eines Vorliegen von gesonderten Einheitsoperationen an gesonderten Laminaten gesonderte Einheitsoperationen in einem einzigen Laminat angeordnet werden, welches einen ersten Bereich bzw. Ab-

schnitt und wenigstens einen zweiten Bereich bzw. Abschnitt aufweist. Der erste Bereich weist erste Mikrokomponenten für die Durchführung einer Einheitsoperation auf und der zweite Bereich bzw. Abschnitt und folgende Bereiche bzw. Abschnitte weisen zweite und darauffolgende Mikrokomponenten zur Durchführung einer weiteren und darauffolgender Einheitsoperation(en) auf. Die Einheitsoperation wird mit den zusätzlichen und/oder darauffolgenden Einheitsoperationen kombiniert, um eine Systemoperation zur Verfügung zu stellen.

Mikrokomponenten, die eine Einheitsoperation durchführen, können auf verschiedene Weise mit Mikrokomponenten kombiniert werden, die eine andere bzw. weitere Einheitsoperation zur Verfügung stellen. Beispielsweise können zahlreiche Pumpen im Mikromaßstab parallel einen einzigen Wärmetauscher speisen oder eine Pumpe im Mikromaßstab kann zahlreiche Wärmetauscher parallel speisen. Analoge Variationen mit ähnlichen Mikrokomponenten in Serie oder eine Kombination von Serien und Parallelanordnungen können vorteilhafterweise in speziellen Anwendungen verwendet werden.

Lamine oder Laminatbereiche sind in einer weiten Vielzahl von Systemen kombinierbar, umfassend, jedoch nicht darauf beschränkt, Wärmepumpen, Wärmekraftmaschinen, Wärmeleitungen, Wärmequellen und chemische Anlagen, beispielsweise chemische Konverter und chemische Separatoren.

## Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe aus Mikromaßstabs-Komponenten weist dieselben grundsätzlichen Einheitsoperationen wie eine Wärmepumpe in großem bzw. Makro-Maßstab auf. Für eine Dampfkompierungs-Wärmepumpe sind die Basis-Einheitsoperationen Verdampfung, Kompression, Kondensation und Expansion. Jedoch sind die Mikromaßstabs-Komponenten, welche jede Einheitsoperation durchführen, so zahlreich, daß sie dasselbe Niveau an Erhitzung oder Kühlung im Makromaßstab, ausgedrückt in thermischen Kilowatt oder Megawatt des Makromaßstabs-Gegenstücks zur Verfügung stellt.

Eine Wärmepumpe aus Komponenten im Mikromaßstab ist in Fig. 3a gezeigt, welche ein Mikromaßstabs-Verdampfungs laminat 31, Isolations laminat 32, Mikromaßstabs-Verdichter laminat 34 und Mikromaßstabs-Kondensator laminat 36 aufweist. Das Mikromaßstabs-Verdampfer laminat 31 und das Kondensator- bzw. Kühler laminat 36 sind Lamine, welche Rillensets 4 aufweisen, wobei jedes Rillen- bzw. Nutenset 4 eine Mikrokomponente ist. Die Mikromaßstabs-Kompressormikrokomponente kann ein Festkolben-Linear-Alternator bzw. -Stellglied, ein piezoelektrisches Diaphragma, wie dies von Smits JG, 1990, "A Piezoelectric Micropump With Three Valves Working Peristaltically", Sensors and Actuators 15, 153-67, beschrieben wurde, oder ein anderer mikromechanischer Schalter bzw. ein Stellorgan sein, welcher(s) fähig ist, ein Gas zu komprimieren. Expansionsventile oder Öffnungen können in das Kompressor laminat 34 geätzt sein oder ein gesondertes Laminat, enthaltend Expansionsventile, kann zwischen das Kompressor laminat 34 und das Isolations laminat 32 eingefügt sein. Die Wellenlinienpfeile 38 außerhalb der Lamine zeigen die Richtung eines Wärmeübergangs von einer niedrigen Temperatur  $T_L$  zu einer hohen Temperatur  $T_H$  an. Die Pfeile mit geradlinigen Schaften 40 innerhalb der Lamine zeigen die Richtung des Flusses des Arbeitsfluids an. Die Leitungen 42 mit verborgenen (unterbrochenen oder punktierten) Linien zeigen, daß kein Fluidkontakt innerhalb dieses Laminats besteht. Die Leitungen 42 können wenige sein, wie gezeigt, oder eine Vielzahl sein.

In Fig. 3b ist eine alternative Wärmepumpen-Ausbildung gezeigt. In dieser Ausbildung ist das Verdampfer laminat 31 auf dem isolierenden Laminat 32 innerhalb des Kondensator laminats 36 auf der gegenüberliegenden Seite des

isolierenden Laminats ausgebildet, wodurch eine thermische Mikrokomponenten-Anordnung 43 ausgebildet wird. Ein Kompressor 44 in großem Maßstab und ein Expansionsventil 46 in großem Maßstab sind extern an den Mikromaßstabs-Komponenten festgelegt. Es soll festgehalten werden, daß in dieser Ausbildung  
5 keine Durchgänge oder Leitungen 42 durch die Isolierung 32 erforderlich sind.

### Beispiel 1

Es wurde ein Experiment durchgeführt, um die Arbeitsweise von Mikro-  
maßstabs-Kondensatoren und -Verdampfern zu zeigen. Eine Testanordnung,  
10 gezeigt in Fig. 4, wurde mit einem Nut- bzw. Rillensetstück 401 und einem Verteiler 402 hergestellt. Sowohl das Rillensetstück 401 als auch der Verteiler 402 waren aus Kupfer gefertigt. Der Teil des Rillensetstücks 401, enthaltend das Rillenset 4, war etwa 2,3 cm x 2 cm x 1 mm und die Rillenwände 404 erstreckten sich entlang von Rippen über einer Basis 406. Das Rillenset 4 enthielt 48  
15 Seitengänge zwischen Paaren von Rillenwänden 404. Jeder Seitengang war etwa 260  $\mu$ m breit und etwa 1 mm tief. Eine O-Ringnut 408 enthielt einen O-Ring (nicht dargestellt), um zwischen dem Rillensetstück 401 und dem Verteiler 402 eine Dichtung auszubilden.

Der Verteiler 402 hatte ein erhöhtes Dach bzw. eine Abdeckung 410 aus  
20 rostfreiem Stahl. Die erhöhte Abdeckung 410 schließt über dem Nutset 4, wobei sie nur geringen oder keinen Platz zwischen der Oberseite der Rillenwände 404 und der Unterfläche der angehobenen Abdeckung 410 läßt. Wenn hier irgendein Raum verbleibt, war er innerhalb eines Zehntel-Millimeters, und höchstwahrscheinlich innerhalb von 0,01 mm. Der erhöhte Deckel 410 ist in der  
25 Richtung parallel zu den Nutwänden 404 vergrößert, wodurch er an jedem Ende des Nutsets 4 Kopfstücke bzw. Verteiler ausbildet, wobei die Kopfstücke bzw. Verteiler eine Breite W besitzen. Anschluß- bzw. Installations-Verbindungslöcher 412 waren in dem erhöhten Dach 410 für einen Fluidfluß durch das Nutset 4 vorgesehen.

30 Die Testanordnung war als ein Kondensator bzw. Verflüssiger mit dem Kühlmittel R-124 als das Arbeitsfluid betrieben. Bedingungen eines stabilen Zustands wurden bei einem Druck von etwa 3 atm definiert, wobei der Einlaß überhitztes R-124 mit einer Temperatur von etwa 20 °C erhielt und der Auslaß

unterkühlte Flüssigkeit R-124 abgab. Der Kühler war in einer Umgebung eines Wasser/Eis-Bades mit einer Temperatur von 0 °C angeordnet. Die Kühlmittel-Flußrate variierte zwischen 0,150 g/s und 0,205 g/s. Die Enthalpieänderung der einfließenden, überhitzten Flüssigkeit R-124 und der austretenden, kondensierten Flüssigkeit R-124 war 155 J/g, was zeigt, daß die Testanordnung eine Wärmeübertragungsrate von etwa 6 bis etwa 8 W/cm<sup>2</sup> für die Arbeitsfläche des Wärmetauschers erreicht.

### Wärmepumpen-Ausbildungen

Die vorhergehende Beschreibung und das Beispiel von Komponenten im Mikromaßstab für eine Wärmepumpe wurden um einen Dampfverdichtungszyklus zentriert. Der Fachmann für Wärmepumpen wird wissen, daß andere thermodynamische Kreisläufe zusätzlich zu der Dampfkomprimierung für Wärmepumpen verwendet werden. Beispielsweise wurden Reverse Brayton (Umkehr-Brayton), Stirling Cycle (Stirling-Zyklus), und Absorption Cycle (Absorptions-Zyklus) verwendet.

Fig. 5a zeigt eine Reverse Brayton (Umkehr-Brayton) Wärmepumpe, die Mikrokanal-Wärmetauscher mit einem Makromaßstabs-Kompressor kombiniert, und Fig. 5b zeigt eine Umkehr-Brayton-Wärmepumpe unter Verwendung von keinerlei Komponenten im Makromaßstab. In Fig. 5a ist die thermische Mikrokomponenten-Anordnung 43 ein Mikrokanal-Wärmetauscher-Abweiser 501, der Nutensets 4 an einem isolierenden Laminat 32 angeordnet aufweist, mit einem Mikrokanal-Wärmetauscher-Aufnehmer 503, der an der Seite des isolierenden Laminats 32 gegenüber dem Abweiser 501 angeordnet ist. Expansionsventile (bzw. ein Expansionsventil) 505 erlauben den Fluß von dem Abweiser 501 zu dem Aufnehmer 503. Ein Kompressor 507 bewegt das Arbeitsfluid durch das System.

In Fig. 5b sind alle Einheitsoperationen durch Mikrokomponenten durchgeführt, wodurch eine Operation bzw. ein Vorgang ermöglicht wird, die (der) sich einem idealen Zyklus annähert. In Fig. 5b ist der Aufnehmer 510 ein Laminat mit Mikrogeneratoren. Zusätzlich ist das Aufnehmerlaminat 510 aus einem thermisch leitfähigen Material gefertigt. Da das Aufnehmerlaminat 510 Mikrogeneratoren in Kombination mit einem thermisch leitfähigen Material aufweist, ist

das Aufnehmerlaminat 510 fähig, zwei Einheitsoperationen simultan durchzuführen, nämlich die Erzeugung von Arbeit und die Aufnahme von Wärme, was sich noch näher der idealen isothermen Erzeugung oder Extraktion bzw. Abnahme von Arbeit annähert. Das Arbeitsfluid verläßt das Aufnehmerlaminat 510 und fließt in ein isentropisches Kompressorlaminat 512 und dann in ein Abweiserlaminat 514, welches Mikrokompressoren in einem thermisch leitfähigen Material aufweist, um simultan eine Verdichtung und eine Wärmeabweisung durchzuführen. Das Arbeitsfluid fließt dann in ein Generatorlaminat 516 für die isentropische Arbeitsentnahme und dann zurück zu dem Aufnehmerlaminat 510. Isolationsschichten 32 sind zwischen dem Aufnehmerlaminat 510 und dem Generatorlaminat 516, zwischen dem Generatorlaminat 516 und dem Kompressorlaminat 512 und zwischen dem Kompressorlaminat 512 und dem Abweiserlaminat 514 vorgesehen. Die Leitungen mit unterbrochenen Linien 42 zeigen Fluidgänge durch verschiedene Lamine und Schichten und Pfeile mit durchgezogenem Schaft 40 zeigen den Fluß des Arbeitsfluids innerhalb eines Laminats an, welches wenigstens eine Einheitsoperation durchführt.

Es wird für den Fachmann von Reverse-Brayton-Wärmepumpen offensichtlich sein, daß die kombinierten Aufnehmer- und Abweiserlamine 510, 514 aus gesonderten Verdichter- und Generatorlaminaten und gesonderten Wärmetauscherlaminaten gefertigt sein können. Jedoch ist dies weniger bevorzugt aufgrund des Abweichens von den idealen Reverse-Brayton-Zyklusbedingungen.

### Wärmekraftmaschinen

Thermodynamisch ist eine Wärmekraftmaschine die Umkehrung einer Wärmepumpe. Praktisch sind sie jedoch deutlich unterschiedlich. Beispielsweise verwendet eine Wärmekraftmaschine kein Expansionsventil und zieht Arbeit von dem Arbeitsfluid ab. Das Arbeitsfluid kann ein Gas oder eine Flüssigkeit sein, wobei jedoch eine Wärmekraftmaschine in großem Maßstab sehr stark unterschiedlich von einer Wärmepumpe in großem Maßstab ist.

Es gibt zahlreiche thermodynamische Kreisläufe, auf welchen noch mehr Wärmekraftmaschinendesigns basieren, umfassend, jedoch nicht begrenzt auf Rankine Cycle, Brayton Cycle, Stirling Cycle, Otto Cycle, Diesel Cycle, Kalina Cycle und den Ericsson Cycle. Zusätzlich gibt es hier Kombinationen oder kom-



biniierte Kreisläufe und zahlreiche Energie-konservierende Maßnahmen. In dem Ranking Cycle wurden beispielsweise Wiedererwärmen bzw. Aufwärmen, Überhitzen und Speisewasser-Vorerhitzen alleine oder in Kombination in zahlreichen Wärmekraftmaschinen-Anwendungen verwendet. Alle diese Zyklen bzw. Kreisläufe sind unterschiedlich aufgrund der Type des Arbeitsfluids, einer internen gegenüber einer externen Verbrennung von Brennstoff und anderen Charakteristika, die den Fachleuten gut bekannt sind. Trotzdem sind all diese thermodynamischen Kreisläufe und Verbesserungen daran das Ergebnis von Versuchen, die Leistungsfähigkeit des idealen Carnot'schen Kreislaufs zu erreichen bzw. sich diesem anzunähern.

Die Verwendung von Laminaten im Mikromaßstab, insbesondere Kondensatoren bzw. Kühlern und Verdampfern, haben das Potential einer Verbesserung der Effizienz dieser Kreisläufe aufgrund ihrer hohen spezifischen Wärmeübertragungsraten. Darüberhinaus weist eine Verwendung von Generatoren im Mikromaßstab beispielsweise elektromagnetische Stellglieder bzw. Stellorgane, die umgekehrt angetrieben sind, die Möglichkeit einer Bereitstellung von vollständig auf Mikromaßstab basierenden Wärmekraftmaschinen mit Wirkungsgraden, die über jedem anderen Kreislauf liegen, auf.

Obwohl es zahlreiche Wärmekraftmaschinen-Kreisläufe, wie oben erwähnt, gibt, wird angenommen, daß die folgenden, spezifischen Beschreibungen nicht nur die spezifischen, diskutierten Kreisläufe ermöglichen, sondern auch andere Kreisläufe ebenso wie für die Fachleute auf dem Gebiet von Wärmekraftmaschinen ermöglichen.

Fig. 6a zeigt eine Rankine-Cycle bzw. Rankine-Kreislauf- Wärmekraftmaschine, die nur aus Mikrokomponenten besteht. Ein Verdampferlaminat 601 ist auf einem Generatorlaminat 603 auf einer Seite eines isolierenden Laminats 32 angebracht. Auf der gegenüberliegenden Seite der isolierenden Schicht 32 ist ein Pumpenlaminat 605 und ein Kondensator- bzw. Kühlerlaminat 607 aufgebracht.

Fig. 6b zeigt eine Rankine-Cycle-Wärmekraftmaschine mit einer Kombination von Mikrokomponenten und Makrokomponenten. Die thermische Mikrokomponenten-Anordnung 43 ist ein Verdampferlaminat 601, welches auf einer Seite des isolierenden Laminats 32 angeordnet ist, mit einem Kondensatorlami-

nat 607 auf der gegenüberliegenden Seite des isolierenden Laminats 32. Eine Pumpe 608 zirkuliert Arbeitsfluid von dem Kühlerlaminat 607 zu dem Verdampferlaminat 601 und ein Turbinen/Generator-Set 610 zieht Arbeit bzw. Leistung von dem Arbeitsfluid ab und erzeugt Elektrizität.

Fig. 7a zeigt eine Brayton-Cycle-Wärmekraftmaschine aus Mikrokomponenten. Die zwei Wärmetauscher/Abweiser 501 und -Aufnehmer 503 können dieselben wie für den zuvor beschriebenen Reverse-Brayton-Cycle sein. Der Generator 701 kann analog zu dem Rankine-Cycle-Generator 603 sein, jedoch mit den notwendigen Modifikationen, um ein unterschiedliches Arbeitsfluid aufzunehmen. Analog ist der Kompressor 703 mit dem Brayton-Cycle-Arbeitsfluid, üblicherweise einem Gas, beispielsweise Luft, kompatibel gemacht.

Fig. 7b zeigt eine Brayton-Cycle-Wärmekraftmaschine mit einer Kombination aus Mikro- und Makrokomponenten. Das Turbinen/Generator-Set 707 kann analog zu dem Rankine-Cycle-Turbinen/Generator-Set 610 sein, wobei es jedoch für die Handhabung von Luft oder anderen nicht-kondensierbaren Gasen eher als Dampf spezifisch sein würde. Analog würden der Kompressor 705 und die thermische Mikrokomponenten-Anordnung 43 konzipiert sein, um Luft oder andere nicht-kondensierbare Gas als das Arbeitsfluid handzuhaben.

Fig. 7c zeigt noch eine andere Mikrokomponenten-Version, welche sich an einen idealen Brayton Cycle annähert, welcher auch als der Ericsson Cycle bezeichnet wird. Diese Ausbildung zeigt beispielhaft ein Laminat, welches zwei Einheitsoperationen an gesonderten Bereichen des Laminats durchführt. Speziell weist das Aufnehmerlaminat 706 einen Wärmetauscher-Aufnehmerbereich 503 und einen isothermen Generatorbereich 510 auf, wohingegen das Abweiserlaminat 708 einen Wärmetauscher-Abweiserbereich 501 und einen isothermen Kompressorbereich 514 aufweist.

### Abschließende Betrachtung

Die fundamentalen Strukturen und Lamine sind in zahlreichend Kombinationen von Mikro- und Makrokomponenten und entsprechenden Einheitsoperationen und Permutationen von Mikrokomponenten über jene, die in den Figuren gezeigt und hier spezifisch diskutiert sind, hinausgehend zusammenbaubar. Beispielsweise sind die zwei in den Fig. 6a und 6b gezeigten für einen Rankine-

Cycle-Wärmekraftmaschine-Vorgang bzw. -Betrieb erläuternd, jedoch nicht erschöpfend.

- 5 Obwohl bevorzugte Ausbildungen der vorliegenden Erfindung gezeigt und beschrieben wurden, wird es dem Fachmann klar sein, daß zahlreiche Änderungen und Modifikationen gemacht werden können, ohne die Erfindung, wie sie beansprucht ist, zu verlassen. Der Fachmann würde fähig sein, Vorerhitzungs-, Zwischenkühlungs-, Wiedererhitzungs- und kombinierte Kreisläufe und andere Variationen, wie sie in Makrosystemen durchgeführt werden, anzuwenden.

## Ansprüche

1. Thermische Anordnung aus einer Mikrokomponentenplattenarchitektur, umfassend: (a) ein erstes Laminat (36, 501, 514, 607) mit wenigstens einer Mikrokomponente (4), die zur Abweisung von Wärme bzw. Hitze adaptiert bzw. ausgelegt ist und operativ bzw. wirkungsmäßig mit (b) einem zweiten Laminat (31, 503, 510, 601) kombiniert ist, welches wenigstens eine Mikrokomponente (4) aufweist, die zur Aufnahme von Wärme bzw. Hitze adaptiert ist, worin die ersten und zweiten Lamine an entgegengesetzten Seiten eines thermisch isolierenden Laminats (32) festgelegt sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, worin die oder jede Mikrokomponente eine Mehrzahl von Stegen bzw. Erhebungen (10) und Durchströmpfaden (6) umfaßt.
3. Anordnung nach Anspruch 2, worin das erste Laminat ein Kondensor bzw. Verflüssiger ist und das zweite Laminat ein Verdampfer ist.
4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, worin die Mikrokomponenten adaptiert bzw. ausgelegt sind, um entsprechend den Anforderungen durch das Vorsehen eines strömenden Fluids in den Durchströmpfaden Wärme abzuweisen bzw. aufzunehmen.
5. Anordnung nach Anspruch 4, worin das Fluid kondensierbar ist und in dem ersten Laminat kondensiert und in dem zweiten Laminat verdampft.
6. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche und weiters umfassend: (a) einen Kompressor bzw. Verdichter (34, 507, 512), der zwischen dem zweiten Laminat und dem ersten Laminat wirkt; und (b) ein Expansionsventil bzw. Reglerventil (46, 505), welches zwischen dem ersten Laminat und dem

zweiten Laminat wirkt, worin das Expansionsventil bzw. Reglerventil dem Verdichter gegenüberliegend angeordnet ist, wodurch die Anordnung als eine Wärmepumpe einsetzbar ist.

7. Anordnung nach Anspruch 6, worin der Macro-Scale-Kompressor bzw. Verdichter ein Verdichter (44, 507) großen Maßstabs bzw. großer Abmessung ist.

8. Anordnung nach Anspruch 6 oder 7, worin das Macro-Scale-Expansionsventil bzw. Reglerventil ein Ventil (46) großer Abmessung ist.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und weiters umfassend: (a) eine Pumpe oder einen Kompressor bzw. Verdichter (608, 703, 705), welcher zwischen dem ersten Laminat (607, 501) und dem zweiten Laminat (601, 503) wirkt; und (b) eine Leistungs-Entnahme- bzw. -Abnahmevorrichtung (610, 701, 707), welche der Pumpe oder dem Kompressor bzw. Verdichter gegenüberliegend angeordnet ist und zwischen dem zweiten Laminat und dem ersten Laminat wirkt, wodurch die Anordnung als eine Wärmekraftmaschine einsetzbar ist.

10. Anordnung nach Anspruch 9, worin der Macro-Scale-Kompressor bzw. Verdichter oder die Pumpe ein Kompressor bzw. Verdichter oder eine Pumpe (705, 608) großer Abmessung ist.

11. Anordnung nach Anspruch 9 oder 10, worin die Macro-Scale-Leistungs-Entnahme- bzw. -Abnahmevorrichtung eine Leistungs-Entnahme- bzw. -Abnahmevorrichtung (610, 707) großer Abmessung ist.

12. Mikrokomponentenplattenarchitektur-Laminat (706 oder 708), umfassend: (a) einen ersten Abschnitt bzw. Bereich (503, 501), welcher mit einer ersten Mehrzahl von Mikrokomponenten (4) versehen ist, welche jeweils eine Mehrzahl von Stegen bzw. Erhebungen (10) und Durchströmpfaden (6) aufweisen, die zum Abweisen von Hitze bzw. Wärme oder Aufnehmen von Hitze bzw. Wärme

(b) einem zweiten Abschnitt bzw. Bereich (510, 514), der mit einer Mehrzahl von aktiven Mikrokomponenten versehen ist, die zum Bewirken eines Strömens des Fluids durch die Durchströmpfade adaptiert sind, wobei Hitze aufgenommen bzw. abgewiesen und das Arbeitsergebnis bzw. die Leistung abgezogen bzw. entnommen oder das Fluid komprimiert wird.

13. Laminat (706) nach Anspruch 12, worin der erste Abschnitt (503) adaptiert bzw. ausgelegt ist, um Hitze aufzunehmen, und der zweite Abschnitt (510) adaptiert ist, um sowohl das Arbeitsergebnis aus dem Fluid abzuziehen als auch Hitze aufzunehmen.

14. Thermische Anordnung aus einer Mikrokomponentenplattenarchitektur, umfassend ein erstes Laminat (706) nach Anspruch 13, welches operativ bzw. wirkungsmäßig mit einem zweiten Laminat (708) nach Anspruch 12 kombiniert ist, worin ein erster Abschnitt (501) des zweiten Laminats adaptiert bzw. ausgelegt ist, um Hitze abzuweisen, und ein zweiter Abschnitt (514) des zweiten Laminats adaptiert ist, um sowohl das Fluid zu komprimieren als auch Hitze abzuweisen, wodurch die Anordnung sich einer idealen Brayton-Cycle-Maschine bzw. Brayton-Zyklus-Maschine annähert.

15. Anordnung oder Architektur nach einem der vorangehenden Ansprüche, worin das erste Laminat (503, 510, 601, 706) mit einer Einheit verbunden ist, die eine Abweisung von Hitze erfordert, und worin Mikrokomponenten (4) des ersten Laminats jeweils eine Mehrzahl von Stegen bzw. Erhebungen (10) und Durchströmpfaden (6) umfassen und ein verdampfbares Fluid durch die Durchströmpfade strömt, wodurch Hitze von der Einheit aufgenommen wird.

16. Anordnung nach Anspruch 15 und weiters umfassend Komponenten, die in einer Wärmepumpe oder einer Wärmekraftmaschine oder einer Wärmeleitung bzw. einem Wärmeübertragungsrohr resultieren.

1/8

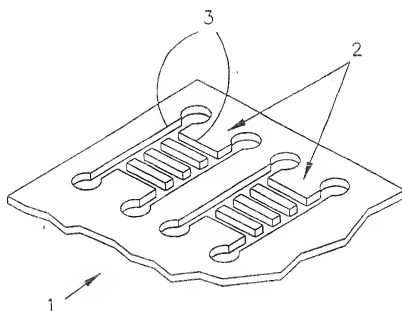


FIG. 1

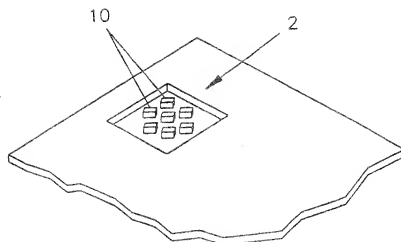


FIG. 1a

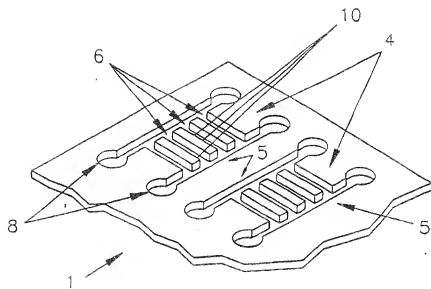


FIG. 2a

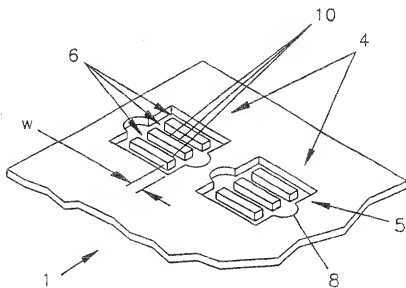


FIG. 2b



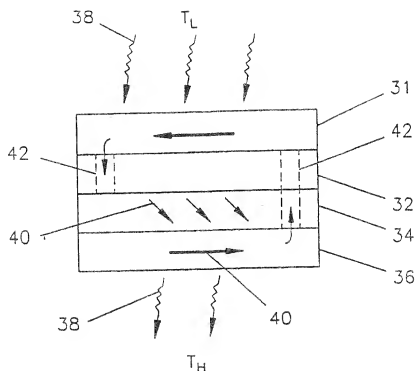


FIG. 3a

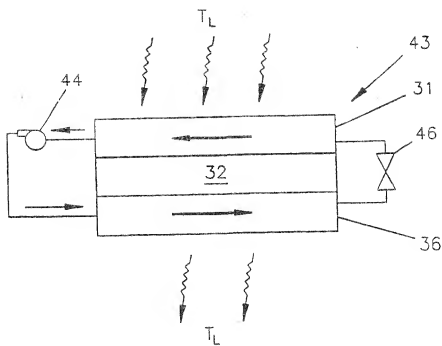


FIG. 3b

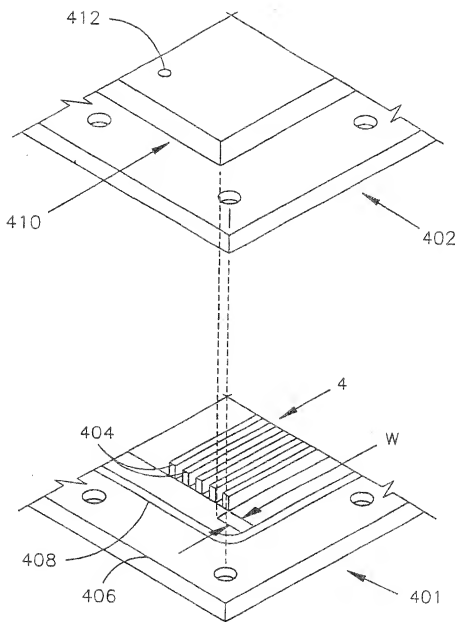


FIG. 4

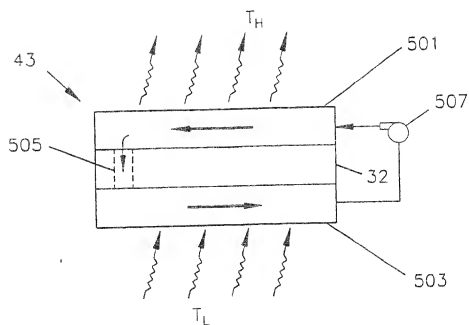


FIG. 5a

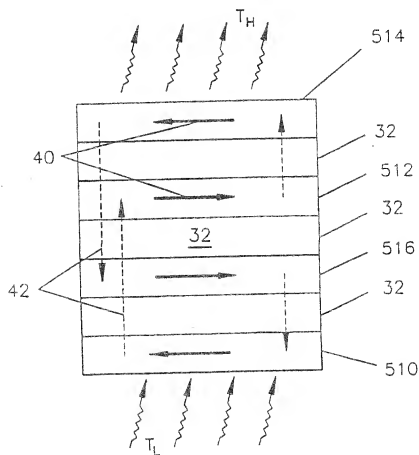


FIG. 5b

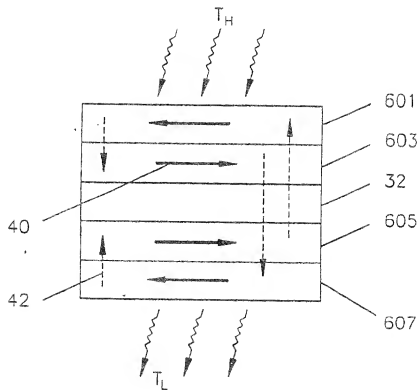


FIG. 6a

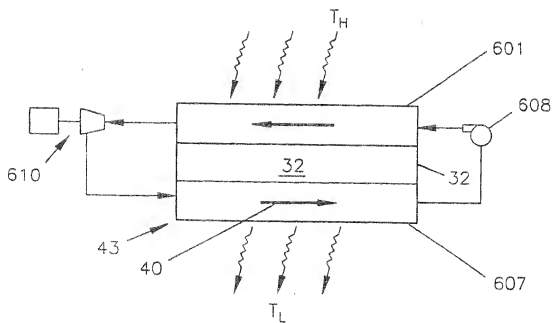


FIG. 6b

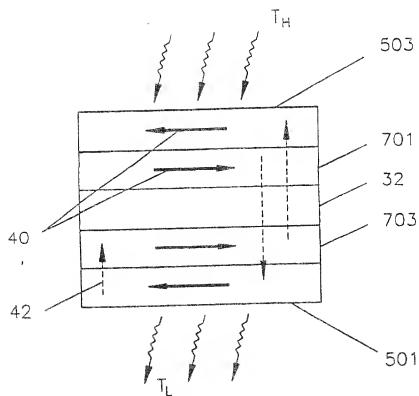


FIG. 7a

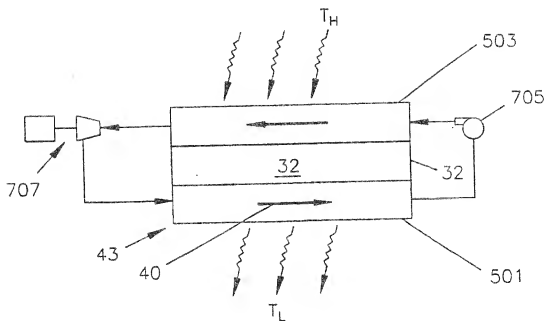


FIG. 7b

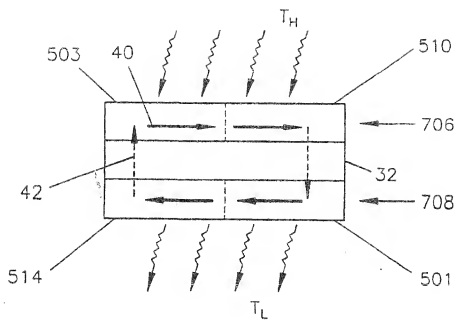


FIG. 7c

